

SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND LIGHT EMITTING DEVICE USING THIS

Publication number: WO03032407

Publication date: 2003-04-17

Inventor: MAEDA TOSHIHIDE (JP); OSHIO SHOZO (JP); IWAMA KATSUAKI (JP); KITAHARA HIROMI (JP)

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (JP); MAEDA TOSHIHIDE (JP); OSHIO SHOZO (JP); IWAMA KATSUAKI (JP); KITAHARA HIROMI (JP)

Classification:

- international: C09K11/77; H01L33/00; H05B33/14; C09K11/77; H01L33/00; H05B33/14; (IPC1-7): H01L33/00; C01B17/00; C01B25/45; C01B33/20; C01G45/00

- European: C09K11/77N6; C09K11/77N10B2; C09K11/77T2H4; H01L33/00B3B; H05B33/14

Application number: WO2002JP10128 20020927

Priority number(s): JP20010305032 20011001

Also published as:

EP1447853 (A1)
US2004245532 (A1)
CN1561549 (A)

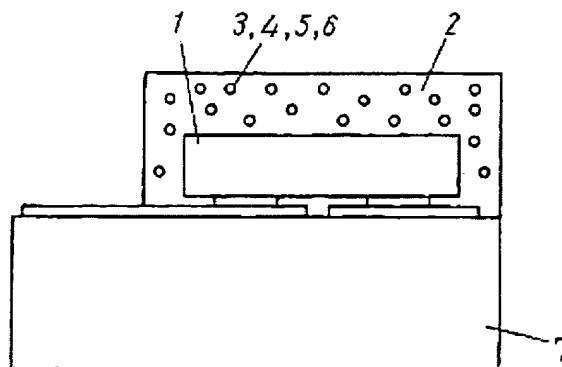
Cited documents:

US6084250
JP2000347601
EP0921568
JP11163418
XP004094706

Report a data error here

Abstract of WO03032407

A semiconductor light emitting element comprising a combination of a near ultraviolet LED and a fluorescent substance layer containing a plurality of fluorescent substances that absorb near ultraviolet ray emitted by this near ultraviolet LED to emit fluorescence having a light emitting peak in a visible wavelength region, the fluorescent substance layer containing four kinds of fluorescent substances, a blue fluorescent substance, a green fluorescent substance, a green fluorescent substance and a yellow fluorescent substance. Accordingly, the semiconductor light emitting element makes up for lowering in light flux due to red-based light emission low in luminous efficacy by means of yellow-based light emission comparatively high in luminous efficacy, provides white-based light excellent in terms of color balance, and emits high-light-flux, high-Ra white-based light.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) . Int. Cl. ⁷ H01L 33/00	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2004-0037229 2004년05월04일
--	------------------------	--------------------------------

(21) 출원번호	10-2004-7004816		
(22) 출원일자	2004년04월01일		
번역문 제출일자	2004년04월01일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2002/010128	(87) 국제공개번호	WO 2003/032407
(86) 국제출원출원일자	2002년09월27일	(87) 국제공개일자	2003년04월17일

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00305032 2001년10월01일 일본(JP)

(71) 출원인 마츠시타 덴끼 산교 가부시키가이샤
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006

(72) 발명자 마에다도시히데
 일본국가고시마켄가고시마시게노히카리가오카2-52-8

오시오쇼조
일본국오오사카후히라카타시마치쿠즈하1-13-20-401

이와마가츠아키
일본국오오사카후스이타시센리야마니시4-39-이604

기타하라히로미
일본국가고시마켄히오키군이주인쵸시모타니구치623

(74) 대리인 김영철

심사청구 : 없음

(54) 반도체 발광소자와 이를 이용한 발광장치

요약

근자외선LED와, 이 근자외선LED가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 가시파장영역에 발광피크를 갖는 형광을 발하는 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜 이루어지는 반도체 발광소자로서, 형광체층을 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체 및 황색계형광체의 4 종류 형광체를 포함하는 형광체층으로 한다. 이로써 시감도가 낮은 적색계 발광에 의한 광속저하분을 시감도가 비교적 높은 황색계 발광으로 보충함과 동시에, 얻어지는 백색계 광이 색 균형면에서 우수한 것으로 되며, 고휘속이며 고Ra의 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자를 얻을 수 있다.

대표도

도 1

색인어

근자외선LED, 형광체층, 서브마운트 소자, 리드프레임, 컵

명세서

기술분야

본 발명은 근자외선 발광다이오드(이하, 근자외선LED로 기술함)와 복수의 형광체를 조합시켜 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자 및 발광장치에 관한 것이다.

배경기술

종래, 350nm를 초과하며 410nm 이하의 근자외선 파장영역에 발광피크를 갖는 근자외선LED(엄밀하게는 근자외선LED칩)와, 이 근자외선LED가 발하는 근자외선 광을 흡수하여, 380nm 이상 780nm 이하의 가시파장 범위 내에 발광 피크를 갖는 형광을 발하는 복수의 무기형광체를 포함하는 형광체를 조합시켜 구성되는, 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자가 알려져 있다. 무기형광체를 이용하는 상기 반도체 발광소자는, 유기형광물질을 이용하는 반도체 발광소자보다 내구성 면에서 우수하므로, 널리 이용된다.

본 명세서에서는, CIE색도도에서의 발광색도점(x, y)이 $0.21 \leq x \leq 0.48$, $0.19 \leq y \leq 0.45$ 의 범위 내에 있는 광을 백색계 광으로 정의한다.

이와 같은 반도체 발광소자로서는, 예를 들어 일특개평 11-246857호 공보, 일특개 2000-183408호 공보, 일특표 2000-509912호 공보 또는 일특개 2001-143869호 공보 등에 개시되는 반도체 발광소자가 알려져 있다.

일특개평 11-246857호 공보에는, 일반식 $(La_{1-x-y}Eu_xSm_y)_2O_2S$ (단, $0.01 \leq x \leq 0.15$, $0.0001 \leq y \leq 0.03$)로 표시되는 산황화란탄(lanthanum oxysulfide) 형광체를 적색형광체로 하고, 질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 가지며, 파장 370nm 전후의 광을 발하는 근자외선LED와 조합시켜 이루어지는 반도체 발광소자가 기재되었다. 또 일특개평 11-246857호 공보에서는, 상기 적색형광체와, 다른 청색, 녹색형광체를 적정 조합시킴으로써, 임의의 색온도를 갖고 백색광을 발하는 반도체 발광소자에 관한 기술이 개시되었다.

일특개 2000-183408호 공보에는, 질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 가지며, 370nm 부근에 발광피크를 갖는 자외선 광을 발하는 자외선 LED칩과, 상기 자외선 광을 흡수하여 청색광을 발광하는 청색형광체를 포함하는 제 1 형광체층과, 상기 청색광을 흡수하여 황등색(yellow/orange)광을 발광하는 황등색형광체를 포함하는 제 2 형광체층을 구비하는 반도체 발광소자가 기재되었다. 또 청색형광체로는, 이하의 (1)~(3) 중에서 선택되는 적어도 1 종으로 이루어지는 청색형광체가 이용된다.

(1)일반식 $(M1, Eu)_{10}(PO_4)_6Cl_2$ (식 중 M1은 Mg, Ca, Sr 및 Ba군에서 선택되는 적어도 하나의 원소를 나타냄)로 실질적으로 표시되는 2가의 유로퓸 부활 할로인산염(europium-activated halophosphate) 형광체.

(2)일반식 $a(M2, Eu)O \cdot bAl_2O_3$ (식 중, M2는 Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Li, Rb 및 Cs군에서 선택되는 적어도 하나의 원소를 나타내며, a 및 b는 $a > 0$, $b > 0$, $0.2 \leq a/b \leq 1.5$ 를 만족시키는 수의 값)로 실질적으로 표시되는 2가의 유로퓸 부활 알루미늄산염 형광체.

(3)일반식 $a(M2, Eu_v, Mn_w)O \cdot bAl_2O_3$ (식 중, M2는 Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Li, Rb 및 Cs군에서 선택되는 적어도 하나의 원소를 나타내며, a, b, v 및 w는 $a > 0$, $b > 0$, $0.2 \leq a/b \leq 1.5$, $0.001 \leq w/v \leq 0.6$ 을 만족시키는 수의 값)으로 실질적으로 표시되는 2가의 유로퓸 및 망간 부활 알루미늄산염 형광체.

또, 황등색형광체로서는, 일반식 $(Y_{1-x-y}Gd_xCe_y)_3Al_5O_{12}$ (식 중 x, y는 $0.1 \leq x \leq 0.55$, $0.01 \leq y \leq 0.4$ 를 만족시키는 수의 값)로 실질적으로 표시되는 3가의 세륨 부활 알루미늄산염형광체(이하 YAG계형광체라 칭함)가 이용된다.

또한 일특표 2000-509912호 공보에는, 300nm 이상 370nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 자외선LED와, 430nm 이상 490nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 청색형광체와, 520nm 이상 570nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 녹색형광체와, 590nm 이상 630nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 적색형광체를 조합시켜 이루어지는 반도체 발광소자가 개시되었다. 이 반도체 발광소자에서는, 청색형광체로서 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu, Sr_5(PO_4)_3Cl:Eu$, $ZnS:Ag$ (모두 발광피크 파장은 450nm)가, 녹색형광체로서 $ZnS:Cu$ (발광피크 파장 550nm)나 $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu, Mn$ (발광피크 파장 515nm)이, 적색형광체로는 $Y_2O_3:Eu^{3+}$ (발광피크 파장 628nm), $YVO_4:Eu^{3+}$ (발광피크 파장 620nm), $Y(V, P, B)O_4:Eu^{3+}$ (발광피크 파장 615nm), $YNbO_4:Eu^{3+}$ (발광피크 파장 615nm), $YTbO_4:Eu^{3+}$ (발광피크 파장 615nm), $[Eu(acac)_3(phen)]$ (발광피크 파장 611nm)가 이용된다.

한편, 일특개 2001-143869호 공보에는, 유기재료를 발광층으로 하고 430nm 이하의 청자색~근자외선의 파장범위에 발광피크를 갖는 유기LED, 또는 무기재료를 발광층으로 하고 상기 청자색~근자외선의 파장범위에 발광피크를 갖는 무기LED와, 청색형광체, 녹색형광체 및 적색형광체를 조합시켜 이루어지는 반도체 발광소자가 기재되었다. 이 반도체 발광소자에서는, 청색형광체로서 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Sn}^{4+}$, $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$, $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Ba}, \text{Sr})(\text{Mg}, \text{Mn})\text{Al}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{BaAl}_2\text{SiO}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba}, \text{Ca})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 가 이용되며, 녹색형광체로서 $(\text{BaMg})\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}^{2+}$, Mn^{2+} , $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{SrBa})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{BaMg})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7-\text{Sr}_2\text{B}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{BaCaMg})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8-2\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Zr}_2\text{SiO}_4-\text{MgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 가 이용되고, 적색형광체로는 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YAlO}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Ca}_2\text{Y}_2(\text{SiO}_4)_6:\text{Eu}^{3+}$, $\text{LiY}_9(\text{SiO}_4)_6\text{O}_2:\text{Eu}^{3+}$, $\text{YVO}_4:\text{Eu}^{3+}$, $\text{CaS}:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}(\text{P}, \text{V})\text{O}_4:\text{Eu}^{3+}$ 가 이용된다.

이와 같이, 종래의 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자에서는, 청색계형광체와 녹색계형광체와 적색계형광체가 발하는 발광의 혼색, 또는 청색계형광체와 황색계형광체가 발하는 발광의 혼색에 의해 백색계 광이 얻어진다.

여기서, 청색계형광체와 황색계형광체가 발하는 발광의 혼색에 의해 백색계 광을 얻는 방식의 종래 반도체 발광소자에서는, 황색계형광체로서 상기 YAG계형광체가 이용된다. 또 상기 YAG계형광체가 350nm를 초과하며 400nm 이하의 파장영역, 특히 질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 갖는 근자외선LED가 발하는 360nm 이상 400nm 이하의 근자외선 광의 여기에 의해 거의 발광하지 않고, 400nm 이상 530nm 이하의 청색계 광의 여기하에서 황색광을 고효율로 발하는 형광체이므로, YAG계형광체를 이용한 종래의 반도체 발광소자에서는 청색계형광체가 필수이며, 상기 청색계형광체가 발하는 청색광에 의해 황색계형광체를 여기시켜 백색계 광을 얻는다.

이와 같은 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자는, 조명장치나 표시장치 등의 발광장치용으로 수요가 많은 반도체 발광소자로서 알려진 것이다.

한편, YAG계형광체 이외의 무기화합물형광체를 LED와 조합시킨 반도체 발광 장치도 이미 공지되었다. 전술한 일특개 2001-143869호 공보에는, $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{BaSr})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{BaMg})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 규산염형광체를 이용한 반도체 발광소자가 기재되었다.

그러나 이 일특개 2001-143869호 공보 기재의 반도체 발광소자에서는, 어느 규산염형광체도 녹색계형광체로서의 응용이며, 황색계형광체로서의 응용은 아니다. 또 무기화합물로 이루어지는 무기LED보다 유기LED를 이용하는 것이 발광효율의 관점에서 바람직하다고도 돼있다. 즉 이 공개공보에 기재된 발명은, 근자외선LED와, 청색계, 녹색계, 황색계, 적색계의 각 형광체를 조합시켜 구성되는 반도체 발광소자에 관한 것이 아닌, 근자외선LED, 바람직하게는 유기LED와, 청색계, 녹색계, 적색계의 3 종류 무기화합물형광체를 조합시켜 구성되는 반도체 발광소자에 관한 것이다.

여기서, 본 발명자들의 실험에 한해서는, 이 일특개 2001-143869호 공보에 기재되는 $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 규산염형광체는, 2 개의 결정상(사방정과 단사정)을 가질 수 있는 형광체이며, 적어도 실용적으로 이용되는 Eu^{2+} 발광중심 첨가량(=Eu원자의 수/(Sr원자의 수+Eu원자의 수):x)이 $0.01 \leq x \leq 0.05$ 의 범위 내에서는, 사방정 $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (α - $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$)는 파장 560~575nm 부근에 발광피크를 갖는 황색광을 발하는 황색계형광체이고, 단사정 $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ (β - $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$)는 파장 545nm 부근에 발광피크를 갖는 녹색광을 발하는 녹색계형광체이다. 따라서 일특개 2001-143869호 공보에 기재된 $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 녹색형광체는, 단사정 $\text{Sr}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 형광체로 간주할 수 있다.

여기서 상기 규산염형광체에 대해 설명하자면, 종래 $(\text{Sr}_{1-a3-b3-x}\text{Ba}_{a3}\text{Ca}_{b3}\text{Eu}_x)_2\text{SiO}_4$ 의 화학식으로 나타나는 규산염형광체(단 a3, b3, x는 각각, $0 \leq a3 \leq 1$, $0 \leq b3 \leq 1$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값)가 알려졌다. 상기 규산염형광체는, 형광램프용 형광체로서 검토된 형광체이며, Ba-Sr-Ca의 조성을 바꿈으로써, 발광피크 파장이 505nm 이상 598nm 이하 정도의 범위 내에서 변화하는 형광체임이 잘 알려져 있다. 그리고 170~350nm 범위 내의 광 조사하에서 비교적 고효율의 발광을 나타내는 형광체임도 알려져 있다(J. Electrochemical Soc. Vol.115, No.11(1968) pp.1181-1184 참조).

그러나 상기 문헌에는, 상기 규산염형광체가, 350nm를 초과하는 긴 파장영역의 근자외선광 여기조건하에서 고효율의 발광을 나타내는 것에 관한 기재는 없다. 때문에 상기 규산염형광체가, 상기 350nm를 초과하고 410nm 이하의 근자외선의 파장영역, 특히 질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 갖는 근자외선LED가 발하는 370~390nm 부근의 근자외선 여기에 의해, 고효율의 550nm 이상 600nm 미만의 황색계 발광을 하는 형광체라는 것은 지금까지 알려지지 않았다.

근자외선LED와 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜 이루어지는, 종래의 반도체 발광소자 및 발광장치에 있어서는, 청색계형광체와 녹색계형광체와 적색계형광체가 발하는 광의 혼색, 또는 청색계형광체와 황색계형광체가 발하는 광의 혼색에 의해 백색계 광을 얻는 방식으로 반도체 발광소자 및 발광장치를 구성했었다.

여기, 본 명세서에서는 각종 표시장치(예를 들어 LED 정보표시단말, LED 교통신호등, 자동차의 LED 정지램프나 LED 방향지시등 등)나 각종 조명장치(LED 옥내외 조명등, 차내 LED등, LED 비상등, LED 면 발광원 등)를 넓게 발광장치로서 정의한다.

그런데, 근자외선LED와 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시킨, 종래의 백색계 반도체 발광소자 및 백색계 반도체 발광장치에 있어서는, 반도체 발광소자 및 반도체 발광장치가 발하는 백색계 광의 광속(光束)이 낮았다. 이는 350nm를 초과하며 410nm 이하의 근자외선광 여기하에서, 높은 발광효율을 나타내는 형광체의 개발이 지금까지 충분하지 않았기 때문에, 청색계형광체와 녹색계형광체와 적색계형광체 모두에 있어서 백색계 반도체 발광소자 및 발광장치용으로 사용할 수 있는 형광체의 종류가 적고, 비교적 높은 발광효율을 나타내는 청색계, 녹색계, 적색계의 각 형광체가 소수로 한정될 뿐만 아니라, 백색계 광의 발광스펙트럼 형상이 한정되는 것에 기인한다. 또 청색계, 녹색계, 적색계의 3 종류 형광체가 발하는 광의 혼색, 또는 청색계와 황색계의 2 종류 형광체가 발하는 광의 혼색에 의해 백색계 광을 얻는 것에도 기인한다.

청색계, 녹색계, 적색계의 3 종류 형광체가 발하는 광의 혼색에 의해, 고 광속이며 평균연색수(Ra)가 높은(Ra=70 이상) 백색계 광을 얻기 위해서는, 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체의 모든 형광체가 고효율이어야만 되며, 이들 형광체 중에 하나라도 저 발광효율의 형광체가 있으면, 백색계 광의 색 균형 관계로 백색계 광의 광속은 낮아진다.

발명의 상세한 설명

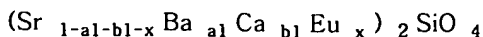
본 발명은, 이들 문제를 해결하기 위해 이루어진 것으로, 근자외선LED와 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜 이루어지는, 고광속이며 고Ra의 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자 및 반도체 발광장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 관한 반도체 발광소자는, 350nm를 초과하며 410nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 광을 발하는 근자외선 발광다이오드와, 상기 근자외선 발광다이오드가 발하는 근자외선 광을 흡수하고, 380nm 이상 780nm 이하의 가시파장영역에 발광피크를 갖는 형광을 발하는 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜, CIE색도에서의 발광색도점(x, y)이 $0.21 \leq x \leq 0.48$, $0.19 \leq y \leq 0.45$ 의 범위에 있는 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자이며, 상기 형광체층이, 400nm 이상 500nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 청색계의 형광을 발하는 청색계형광체와, 500nm 이상 550nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 녹색계의 형광을 발하는 녹색계형광체와, 600nm 이상 660nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 적색계의 형광을 발하는 적색계형광체와, 550nm 이상 600nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계의 형광을 발하는 황색계형광체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

여기서 상기 근자외선LED는, 자외선LED를 포함하는 250nm 이상 410nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 하는 LED라면 특별히 한정되지 않지만, 입수의 용이함, 제조의 용이함, 원가, 발광강도 등의 관점에서, 바람직한 LED는 300nm 이상 410nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 하는 근자외선LED, 보다 바람직하게는 350nm를 초과하고 410nm 이하의 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 하는 근자외선LED, 더 한층 바람직하게는 350nm를 초과하고 400nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 하는 근자외선LED이다.

형광체층으로서 상기와 같은 형광체층을 이용하면, 반도체 발광소자가, 400nm 이상 500nm 미만의 청색계 발광과, 500nm 이상 550nm 미만의 녹색계 발광과, 600nm 이상 660nm 미만의 적색계 발광과, 550nm 이상 600nm 미만의 황색계 발광의, 4 종류 광색을 갖는 광을 발하게 되며, 이 4 종류 광색의 혼색에 의해 백색계 광을 발하게 된다. 또 색순도가 양호하기는 하지만 시감도가 낮은 적색계 발광에 의한 백색계 광의 광속저하분을, 시감도가 비교적 높은 황색계 발광이 보충하므로, 백색계 광의 광속이 높아진다. 또 얻어지는 백색계 광의 분광분포가 색 균형 면에서 우수한 것이 되므로, 평균연색수(Ra)도 높아진다.

본 발명에 관한 반도체 발광소자에 있어서 황색계형광체는, 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체가 바람직하다.



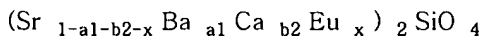
단 $a1, b1, x$ 는 각각, $0 \leq a1 \leq 0.3$, $0 \leq b1 \leq 0.8$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

여기서, 상기 화학식의 a_1 , b_1 , x 의 수치는, 형광체 열에 대한 결정의 안정성, 내온도 소광특성, 황색계 발광의 발광강도, 및 광색의 관점에서 바람직하게는, 각각 $0 < a_1 \leq 0.2$, $0 \leq b_1 \leq 0.7$, $0.005 \leq x \leq 0.1$, 보다 바람직하게는, 각각 $0 < a_1 \leq 0.15$, $0 \leq b_1 \leq 0.6$, $0.01 \leq x \leq 0.05$ 를 만족시키는 수의 값인 것이 바람직하다.

또, 상기 규산염형광체는, 도 4에 여기스펙트럼과 발광스펙트럼의 일례를 나타내는 바와 같이, 250~300nm 부근에 여기피크를 가지며, 100~500nm의 넓은 파장범위 내의 광을 흡수하고, 550~600nm의 황녹~황~등(orange)의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계 형광을 발하는 황색계형광체이다. 따라서 상기 규산염형광체는 YAG계형광체와 같이, 근자외선 광을 청색광으로 변환시키는 청색계형광체가 없어도, 근자외선LED가 발하는 근자외선 광을 조사하면 비교적 고효율의 황색계 광을 발하게 되므로 발광효율 면에서 바람직한 것이 된다.

그리고 상기 a_1 과 b_1 이, 모두 0에 가까울 경우에는, 사방정과 단사정이 혼재된 규산염형광체가 되기 쉬우며, 상기 수치범위보다 클 경우에는 결정장이 약해져, 어떤 경우에도 녹색을 띤 형광체로 되어 황색의 색순도가 나쁜 발광으로 된다. 또 x 가 상기 수치범위보다 작을 경우에는 Eu^{2+} 발광중심농도가 낮아 규산염형광체의 발광강도가 약해지고, 클 경우에는 규산염형광체 주위온도의 상승과 함께 발광강도가 저하되는 온도소광 문제가 현저해진다.

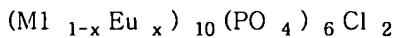
본 발명에 관한 반도체 발광소자에서 규산염형광체는, 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 것이 바람직하다.



단 a_1 , b_2 , x 는 각각, $0 \leq a_1 \leq 0.3$, $0 \leq b_2 \leq 0.6$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이며, 전술한 바와 동일한 관점에서, 바람직하게는, 각각 $0 < a_1 \leq 0.2$, $0 \leq b_2 \leq 0.4$, $0.005 \leq x \leq 0.1$, 보다 바람직하게는, 각각 $0 < a_1 \leq 0.15$, $0 \leq b_2 \leq 0.3$, $0.01 \leq x \leq 0.05$ 를 만족시키는 수의 값인 것이 바람직하다.

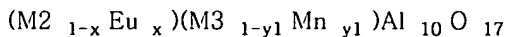
본 발명에 관한 반도체 발광소자에서, 청색계형광체는 하기의 (1) 또는 (2)의 청색계형광체이며, 녹색계형광체는 하기의 (3) 또는 (4)의 녹색계형광체이고, 적색계형광체는 하기의 (5)의 적색계형광체인 것이 바람직하다.

(1) 이하의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 할로인산염형광체.



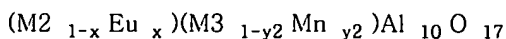
단, M1은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, x 는 $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

(2) 이하의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 알루미늄산염형광체.



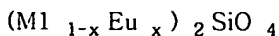
단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x , y_1 은 각각 $0 < x < 1$, $0 \leq y_1 < 0.05$ 를 만족시키는 수의 값이다.

(3) 이하의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 알루미늄산염형광체.



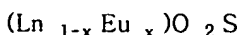
단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x , y_2 는 각각 $0 < x < 1$, $0.05 \leq y_2 < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

(4) 이하의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체.



단, M1은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, x 는 $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

(5) 이하의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 산황화물형광체.



단, Ln은, Sc, Y, La 및 Gd 군에서 선택된 적어도 1 개의 희토류 원소, x 는 $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

상기 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체는 모두, 근자외선 광의 여 기에 의해 강한 광을 발하는 고효율 형광 체이므로, 이와 같은 형광체의 조합으로 하면, 상기 형광체층이 발광강도가 큰 백색계 광을 발하게 된다.

본 발명에 관한 반도체 발광소자에 있어서 근자외선LED는, 질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 갖는 근자 외선LED인 것이 바람직하다.

질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 갖는 근자외선LED는, 높은 발광효율을 나타내며 장기 연속동작도 가능 하므로, 이와 같은 근자외선LED를 이용함으로써 장기 연속동작이 가능하며 더욱이 고 광속의 백색계 광을 발하는 반 도체 발광소자가 얻어진다.

본 발명에 관한 반도체 발광소자에 있어서, 발광소자로부터 방출되는 백색계 광의 평균연색수(Ra)가 70 이상 100 미 만인 것이 바람직하다.

이 평균연색수(Ra)는, 보다 바람직하게는 80 이상 100 미만, 더 한층 바람직하게는 88 이상 100 미만인 것이 좋으며, 이와 같이 하면, 특히 조명장치에 적합한 반도체 발광소자가 된다.

본 발명에 관한 제 1 반도체 발광장치는, 전술한 어느 한 가지의 반도체 발광소자를 이용하여 구성된 반도체 발광장 치이다.

전술한 반도체 발광소자는, 고휘속이며 고Ra의 백색계 광을 발하므로, 본 발명에 관한 반도체 발광소자를 이용하여 발광장치를 구성하면, 고휘속이며 고Ra의 백색계 광을 발하는 반도체 발광장치가 얻어진다.

또 본 발명에 관한 제 2 반도체 발광장치는, 350nm를 초과하며 410nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 하는 근자외선 발광소자와, 상기 근자외선 발 광소자가 발하는 근자외선 광을 흡수하며, 380nm 이상 780nm 이하의 가시파장영역에 발광피크를 갖는 형광을 발하는 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜, CIE색도도의 발광 색도점(x, y)이 $0.21 \leq x \leq 0.48$, $0.19 \leq y \leq 0.45$ 의 범위에 있는 백색계 광을 발하는 반도체 발광장치이며, 상기 형광 체층이 400nm 이상 500nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 청색계 형광을 발하는 청색계형광체와, 500nm 이상 550nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 녹색계 형광을 발하는 녹색계형광체와, 600nm 이상 660nm 미만의 파 장영역에 발광피크를 갖는 적색계 형광을 발하는 적색계형광체와, 550nm 이상 600nm 미만의 파장영역에 발광피크 를 갖는 황색계 형광을 발하는 황색계형광체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이와 같이 해도 고휘속이며 고Ra의 백색계 광을 발하는 반도체 발광장치가 얻어진다.

여기서 반도체 발광장치의 구체예로서, LED 정보표시단말, LED 교통신호등, 자동차의 LED 정지램프나 LED 방향지 시등 등의 각종 표시장치나, LED 옥내의 조명등, 차내 LED등, LED 비상등, LED 면 발광원 등의 각종 조명장치를 들 수 있다.

여기서 본 발명의 근자외선LED 대신, 동일 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 주발광성분으로 발하는 발광소자(반 도체 발광소자에 한정되지 않음)를 이용해도, 마찬가지로의 작용효과가 얻어지며, 마찬가지로의 백색계 발광소자가 얻어 짐은 물론이다.

이와 같은 발광소자로는, 레이저다이오드, 면 발광 레이저다이오드, 무기 일렉트로루미네센스 소자, 유기 일렉트로루 미네센스 소자 등이 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 반도체 발광소자의 종단면도.

도 2는 본 발명의 반도체 발광소자의 종단면도.

도 3은 본 발명의 반도체 발광소자의 종단면도.

도 4는 규산염형광체와 YAG계형광체의 발광 및 여기스펙트럼을 나타내는 도.

도 5는 본 발명 반도체 발광소자의 일례로서의 조명장치도.

도 6은 본 발명 반도체 발광소자의 일례로서의 화상표시장치도.

도 7은 본 발명 반도체 발광소자의 일례로서의 숫자표시장치도.

도 8은 제 1 실시예의 반도체 발광소자의 발광스펙트럼도.

도 9는 제 1 비교예의 반도체 발광소자의 발광스펙트럼도.

도 10은 제 2 실시예의 반도체 발광소자의 발광스펙트럼도.

도 11은 제 2 비교예의 반도체 발광소자의 발광스펙트럼도.

도 12는 제 3 실시예의 반도체 발광소자의 발광스펙트럼도.

도 13은 모의실험에 의한 백색계 광의 발광스펙트럼도.

도 14는 모의실험에 의한 백색계 광의 발광스펙트럼도.

도 15는 본 발명에 사용하는 형광체의 발광스펙트럼도.

실시예

- 제 1 실시형태 -

이하, 본 발명의 반도체 발광소자의 실시형태를, 도면을 이용하여 설명한다. 도 1에서 도 3은 각각 형식이 다른 반도체 발광소자의 종단면도이다.

반도체 발광소자의 대표적인 예로서, 도 1, 도 2 또는 도 3에 나타내는 반도체 발광소자를 들 수 있다. 도 1은 서브마운트 소자(7) 상에 풀립칩형의 근자외선LED(1)를 도통 탑재함과 동시에, 청색계형광체 입자(3)와 녹색계형광체 입자(4)와 적색계형광체 입자(5)와 황색계형광체 입자(6)를 포함하는 형광체입자(이후, BGRY형광체 입자라 칭함)를 내재한 형광체층을 겸하는 수지봉입에 의해 근자외선LED(1)를 봉입시킨 구조의 반도체 발광소자를 나타낸다. 도 2는 리드프레임(8)의 마운트·리드에 형성한 컵(9)에 근자외선LED(1)를 도통 탑재함과 동시에, 컵(9) 내에 BGRY형광체 입자(3, 4, 5, 6)를 내재시킨 수지로 형성한 형광체층(2)을 배치하고, 전체를 봉입수지(10)로 봉입한 구조의 반도체 발광소자를 나타낸다. 도 3은 케이싱(11) 내에 근자외선LED(1)를 배치함과 동시에, 케이싱(11) 내에 BGRY형광체 입자(3, 4, 5, 6)를 내재시킨 수지로 형성한 형광체층(2)을 배치한 구조의 칩형 반도체 발광소자를 나타낸다.

도 1에서 도 3에 있어서, 근자외선LED(1)는 350nm를 초과하고 410nm 이하, 바람직하게는 350nm를 초과하고 400nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 근자외선 광을 발하는 LED이며, 질화갈륨계 화합물반도체, 탄화실리콘계 화합물반도체, 셀렌화아연계 화합물반도체, 황화아연계 화합물반도체 등의 무기화합물이나 유기화합물로 구성된 발광층을 갖는 광전변환소자(이른바 LED, 레이저다이오드, 면 발광 레이저다이오드, 무기 일렉트로루미네센스(EL) 소자, 유기EL소자)이다. 이들 근자외선LED(1)에 전압인가 또는 전류를 주입시켜, 상기 파장범위 내에 발광피크를 갖는 근자외선 광을 얻는다.

여기서 커다란 근자외선 광 출력을, 장기간 안정되게 얻기 위해, 근자외선LED(1)은 무기화합물로 구성된 무기LED가 바람직하며, 그 중에서도 질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 갖는 근자외선LED가, 발광강도가 크므로 보다 바람직하다.

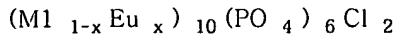
형광체층(2)은, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하고, CIE색도도에서의 발광색도점(x, y)이 $0.21 \leq x \leq 0.48$, $0.19 \leq y \leq 0.45$ 의 범위에 있는 백색계 광으로 변환되기 위한 것이며, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 400nm 이상 500nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 청색계의 형광을 발하는 청색계형광체 입자(3)와, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 500nm 이상 550nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 녹색계의 형광을 발하는 녹색계형광체 입자(4)와, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 600nm 이상 660nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 적색계의 형광을 발하는 적색계형광체 입자(5)와, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 550nm 이상 600nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계의 형광을 발하는 황색계형광체 입자(6)를 포함한다.

형광체층(2)은, 상기 BGRY형광체 입자(3, 4, 5, 6)를 모재 중에 분산시켜 형성한다. 모재로는 에폭시수지, 아크릴수지, 폴리이미드수지, 요소수지, 실리콘수지 등의 수지를 이용할 수 있으며, 입수와 취급이 용이하고 더욱이 저가인 점에서 에폭시수지 또는 실리콘수지가 바람직하다. 형광체층(2)의 실질 두께는 10 μ m 이상 1mm 이하, 바람직하게는 10

0 μ m 이상 700 μ m 이하이다.

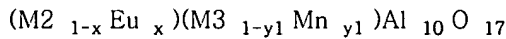
형광체층(2) 중의 청색계형광체 입자(3)는, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 400nm 이상 500nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 청색계의 형광을 발하는 청색계형광체(3)이면 되며, 무기재료라도 유기재료(예를 들어 형광색소)라도 사용할 수 있지만, 바람직하게는 하기의 (1) 또는 (2) 중 하나의 형광체로 하는 것이 좋다.

(1) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 할로인산염형광체.



단, M1은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, x는 0<x<1을 만족시키는 수의 값이다.

(2) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 알루미늄산염형광체.

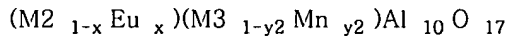


단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x, y1은 각각 0<x<1, 0≤y1<0.05를 만족시키는 수의 값이다.

여기서 상기 바람직한 청색계형광체의 구체예로서는, BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺, (Ba, Sr)(Mg, Mn)Al₁₀O₁₇:Eu²⁺, (Sr, Ca, Ba, Mg)₁₀(PO₄)₆Cl₂:Eu²⁺, Sr₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺, (Sr, Ca, Ba)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺, BaMg₂Al₁₆O₂₇:Eu²⁺, (Ba, Ca)₅(PO₄)₃Cl:Eu²⁺ 등을 들 수 있다.

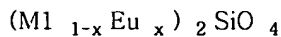
형광체층(2) 중의 녹색계형광체 입자(4)는, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 500nm 이상 550nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 녹색계의 형광을 발하는 녹색계형광체(4)이면 되며, 무기재료라도 유기재료라도 사용할 수 있지만, 바람직하게는 하기의 (3) 또는 (4) 중 하나의 형광체로 하는 것이 좋다.

(3) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 알루미늄산염형광체.



단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x, y2는 각각 0<x<1, 0.05≤y2<1을 만족시키는 수의 값이다.

(4) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체.

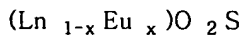


단, M1은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, x는 0<x<1을 만족시키는 수의 값이다.

상기 바람직한 녹색계형광체의 구체예로서는, (BaMg)Al₁₆O₂₇:Eu²⁺, Mn²⁺, (BaMg)₂SiO₄:Eu²⁺, Ba₂SiO₄:Eu²⁺, Sr₂SiO₄:Eu²⁺, (BaSr)SiO₄:Eu²⁺, (Ba, Sr)SiO₄:Eu²⁺ 등을 들 수 있다.

형광체층(2) 중의 적색계형광체 입자(5)는, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 600nm 이상 660nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 적색계의 형광을 발하는 적색계형광체(5)이면 되며, 무기재료라도 유기재료라도 사용할 수 있지만, 바람직하게는 하기의 (5)의 형광체로 하는 것이 좋다.

(5) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 산화물형광체.

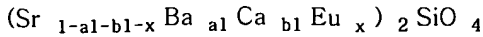


단, Ln은, Sc, Y, La 및 Gd 군에서 선택된 적어도 1 개의 희토류 원소, x는 0<x<1을 만족시키는 수의 값이다.

상기 바람직한 적색계형광체(5)의 구체예로서는, Sc₂O₂S:Eu³⁺, Y₂O₂S:Eu³⁺, Ln₂O₂S:Eu³⁺, Ln₂O₂S:Eu³⁺, Sm³⁺, Gd₂O₂S:Eu³⁺ 등을 들 수 있다.

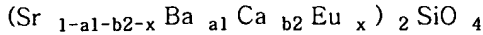
형광체층(2) 중의 황색계형광체 입자(6)는, 근자외선LED(1)가 발하는 근자외선 광을 흡수하여 550nm 이상 600nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계의 형광을 발하는 황색계형광체(6)이면 되지만, 제조의 용이성이나 발광성능

의 양호성(고 휘도, 고 황색순도) 등에서, 바람직하게는 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체로 하는 것이 좋다.



단 $a1, b1, x$ 는 각각, $0 \leq a1 \leq 0.3$, $0 \leq b1 \leq 0.8$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값, 바람직하게는, 각각 $0 < a1 \leq 0.2$, $0 \leq b1 \leq 0.7$, $0.005 \leq x \leq 0.1$, 보다 바람직하게는, 각각 $0 < a1 \leq 0.15$, $0 \leq b1 \leq 0.6$, $0.01 \leq x \leq 0.05$ 이다.

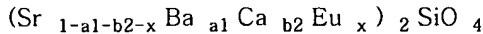
보다 바람직하게는, 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체로 하는 것이 좋다.



단 $a1, b2, x$ 는 각각, $0 \leq a1 \leq 0.3$, $0 \leq b2 \leq 0.6$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

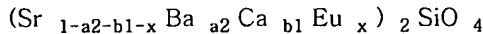
상기의 규산염형광체는, 결정구조로서 사방정과 단사정을 취할 수 있지만, 본 발명의 반도체 발광소자에서 규산염형광체의 결정구조는 사방정과 단사정 어느 쪽이라도 되며, 하기 (a) 또는 (b)의 규산염형광체를 사용할 수 있다.

(a) 사방정의 결정구조를 갖는, 다음과 같은 조성의 규산염형광체.



단 $a1, b2, x$ 는 각각, $0 \leq a1 \leq 0.3$, $0 \leq b2 \leq 0.6$, $0 < x < 1$, 바람직하게는, 각각 $0 < a1 \leq 0.2$, $0 \leq b2 \leq 0.4$, $0.005 \leq x \leq 0.1$, 보다 바람직하게는, 각각 $0 < a1 \leq 0.15$, $0 \leq b2 \leq 0.3$, $0.01 \leq x \leq 0.05$ 를 만족시키는 수의 값이다.

(b) 단사정의 결정구조를 갖는, 다음과 같은 조성의 규산염형광체.



단 $a2, b1, x$ 는 각각, $0 \leq a2 \leq 0.2$, $0 \leq b1 \leq 0.8$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값, 바람직하게는, 각각 $0 \leq a2 \leq 0.15$, $0 < b1 \leq 0.7$, $0.005 \leq x \leq 0.1$, 보다 바람직하게는, 각각 $0 \leq a2 \leq 0.1$, $0 < b1 \leq 0.6$, $0.01 \leq x \leq 0.05$ 를 만족시키는 수의 값이다.

상기 각 식의 $a1, a2, b1, b2$ 가 상기 범위 내보다 작은 수치의 조성에서는, 규산염형광체의 결정구조가 불안정해지기 쉬우며, 동작온도에 따라 발광특성이 변화하는 문제가 발생한다. 한편, 상기 범위 내보다 큰 수치의 조성에서는 발광이 녹색빛을 띤 것으로 되어 양호한 황색계형광체로는 되지 않고, 녹색계형광체로 되므로 적계, 녹색계, 청계의 형광체와 조합시켜도, 고휘속, 고Ra의 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자로는 되지 못한다. 또 Eu첨가량(x)이 상기 범위 내보다 작은 수치의 조성에서는 발광강도가 약하고, 큰 수치의 조성에서는 주위온도의 상승과 함께 발광강도가 저하되는 온도소광의 문제가 현저하게 발생한다.

여기서 본 발명의 반도체 발광소자에 이용하는 황색계형광체는, 규산염형광체가 발하는 황색계 광의 색순도가 우수하다는 이유에서, 상기 사방정의 결정구조를 갖는 규산염형광체를 사용하는 것이 보다 바람직하다. 또 규산염형광체의 결정구조를 안정화시키거나, 발광강도를 높일 목적에서 Sr, Ba, Ca의 일부를 Mg이나 Zn으로 치환할 수도 있다.

상기 규산염형광체는, 레이저회절·산란식 입도분포 측정기(예를 들어 LMS-30: 주식회사 세이신(SEISHIN)기업제)에 의한 입도분포 평가로, 중심입경이 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $100\mu\text{m}$ 이하의 것이면 족하지만, 형광체 합성의 용이성, 입수 용이성, 형광체층 형성의 용이성 등의 이유에서, 중심입경이 $1\mu\text{m}$ 이상 $20\mu\text{m}$ 이하가 바람직하며, $2\mu\text{m}$ 이상 $10\mu\text{m}$ 이하가 보다 바람직하다. 입도분포에 대해서는 $0.01\mu\text{m}$ 미만 및 $1000\mu\text{m}$ 를 초과하는 입자를 포함하지 않으면 되지만, 중심입경과 같은 이유에서 $1\mu\text{m}$ 이상 $50\mu\text{m}$ 이하의 범위 내에서 정규분포에 근사된 분포를 갖는 규산염형광체가 바람직하다.

또 상기 규산염형광체는, 예를 들어 상기 문헌(J. Electrochemical Soc. Vol.115, No.11(1968) pp.1181-1184)에 기재된 합성방법으로 제조할 수 있다.

이하 상기 규산염형광체의 특성을 보다 구체적으로 설명한다.

도 4는 상기 규산염형광체의 여기스펙트럼 및 발광스펙트럼의 예를 나타내는 도이다. 도 4에는 비교를 위해 종래의 YAG계형광체의 여기스펙트럼 및 발광스펙트럼의 예도 함께 나타낸다.

도 4에서 알 수 있는 바와 같이, YAG계형광체가 100nm~300nm 부근, 300nm~370nm 부근, 370nm~550nm 부근의 3 개소에 여기피크를 가지며, 이들 각각의 좁은 파장범위 내의 광을 흡수하여 550nm~580nm의 황녹~황색의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계의 형광을 발하는 형광체인 것에 반해, 본 발명에서 사용하는 규산염형광체는, 250nm~300nm 부근에 여기피크를 가지며, 100nm~500nm의 넓은 파장범위 내의 광을 흡수하여 550nm~600nm의 황녹~황~등색의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계의 형광을 발하는 황색계형광체이다. 또 350nm를 초과하고 400nm 미만의 근자외선 광의 여기하에서는, YAG계형광체를 월등히 능가하는 고효율의 형광체임도 알 수 있다.

따라서 상기 규산염형광체를 황색계형광체 입자(6)로 하여 형광체층(2)에 포함시킴으로써, 형광체층(2)이 강한 황색계 광을 발하게 된다.

그리고 상기한 a1, a2, b1, b2, x의 수치 범위 내 조성의 규산염형광체라면, 여기 및 발광스펙트럼은, 도 4에 예시한 규산염형광체의 스펙트럼에 가까운 것이 된다.

- 제 2 실시형태 -

이하 본 발명의 반도체 발광장치의 제 2 실시형태를 도면을 이용하여 설명하기로 한다. 도 5 내지 도 7은 본 발명에 관한 반도체 발광장치의 예를 나타내는 도이다.

도 5는 본 발명의 반도체 발광소자를 이용한 스탠드형 조명장치를 나타내며, 도 6은 본 발명의 반도체 발광소자를 이용한 화상표시용 표시장치를 나타내고, 도 7은 본 발명의 반도체 발광소자를 이용한 숫자표시용 표시장치이다.

도 5 내지 도 7에 있어서, 반도체 발광소자(12)는 제 1 실시형태에서 설명한 본 발명의 반도체 발광소자이다.

도 5에서, 13은 반도체 발광소자(12)를 점등시키기 위한 스위치이며, 스위치(13)를 ON하면, 반도체 발광소자(12)가 통전되어 발광을 하도록 구성된다.

여기서 도 5의 조명장치는 바람직한 일례로서 나타내는 것이며, 본 발명에 관한 반도체 발광장치는 이 실시형태에 한정되는 것은 아니다. 또 반도체 발광소자(12)의 발광색, 크기, 수, 발광부분의 형상 등도 특별히 한정되는 것이 아니다.

또한 이 예의 조명장치에 있어서, 바람직한 색 온도는 2000K 이상 12000K 이하, 바람직하게는 3000K 이상 10000K 이하, 보다 바람직하게는 3500K 이상 8000K 이하지만, 본 발명에 관한 반도체 발광장치로서의 조명장치는 상기 색 온도에 한정되는 것이 아니다.

도 6과 도 7에는 본 발명에 관한 반도체 발광장치로서의 표시장치 예로서 화상표시장치와 숫자표시장치를 나타내지만, 본 발명에 관한 반도체 발광장치는 이들에 한정되는 것이 아니다.

반도체 발광장치의 일례로서의 표시장치는, 상기 조명장치의 경우와 마찬가지로, 제 1 실시형태에서 설명한 반도체 발광소자(12)를 이용하여 구성되면 된다. 또 반도체 발광소자(12)의 발광색, 크기, 수, 발광부분의 형상이나 반도체 발광소자의 배치방법 등도 특별히 한정되는 것은 아니며, 외관형상도 특별히 한정되는 것은 아니다.

화상표시장치로서의 치수는 폭 1cm 이상 10m 이하, 높이 1cm 이상 10m 이하, 안 길이 5mm 이상 5m 이하의 범위에서 임의로 제작할 수 있으며, 이 치수에 따라 반도체 발광소자의 개수를 설정할 수 있다.

도 6에 나타내는 숫자표시장치에 있어서, 12가 제 1 실시형태에서 설명한 반도체 발광소자이다. 이 숫자표시장치에서도, 화상표시장치의 경우와 마찬가지로 반도체 발광소자(12)의 발광색, 크기, 수, 화소의 형상 등은 한정되는 것이 아니다. 또 표시문자는 숫자에 한정되는 것이 아니며, 한자, 가타카나, 알파벳, 그리스문자 등이라도 상관없다.

여기서 도 5 내지 도 7에 나타낸 바와 같은 반도체 발광장치에 있어서는, 1 종류의 LED칩만을 이용한 복수 개의 반도체 발광소자(12)를 이용하여 구성된 발광 장치로 하면, 똑같은 구동전압이나 주입전류에서의 각 반도체 발광소자 동작이 가능해짐과 동시에, 주위온도 등의 외부요인에 의한 발광소자의 특성변동도 거의 동일하게 할 수 있게 되어, 전압변화나 온도변화에 대한 발광소자의 발광강도나 색조 변화율을 적게 할 수 있음과 동시에 발광장치의 회로구성을 간단히 할 수 있다.

또 화소 면이 평탄한 반도체 발광소자를 이용하여 반도체 발광장치를 구성하면, 표시 면이 평탄한 표시장치나 면 발광하는 조명장치 등, 발광 면이 평탄한 발광장치를 제공할 수 있어, 양호한 화질을 갖는 화상표시장치나 디자인이 우수한 조명장치를 제공할 수 있다.

본 발명에 관한 반도체 발광장치는 제 1 실시형태에 기재한, 고휘도의 백색계 광이 얻어지는 반도체 발광소자를 이용하여 발광장치를 구성함으로써 고휘도 발광장치가 된다.

또 제 1 실시형태에 기재한 반도체 발광소자를 이용하여 구성된 발광장치만이 아닌, 본 발명에 관한 반도체 발광장치는, 상기 근자외선 발광소자와 상기 형광체층을 조합시켜 구성되는 반도체 발광장치라든다. 이와 같이 해도 마찬가지로 작용효과가 얻어져, 마찬가지로 반도체 발광장치가 얻어지는 물론이다.

(제 1 실시예)

청색계형광체를 $(M2_{1-x}Eu_x)(M3_{1-y1}Mn_{y1})Al_{10}O_{17}$ (단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x, y1은 각각 $0 < x < 1$, $0 \leq y1 < 0.05$ 를 만족시키는 수의 값이다.)의 화학식으로 표시되는, $(Ba, Sr)MgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 알루미늄염 청색계형광체(M2=0.9Ba+0.1Sr, x=0.1, y=0.015)로 하고, 녹색계형광체를 $(M2_{1-x}Eu_x)(M3_{1-y2}Mn_{y2})Al_{10}O_{17}$ (단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x, y2는 각각 $0 < x < 1$, $0.05 \leq y2 < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.)의 화학식으로 표시되는, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}, Mn^{2+}$ 알루미늄염 녹색계형광체(x=0.1, y=0.3)로 하며, 적색계형광체를 $(Ln_{1-x}Eu_x)O_2S$ (단, Ln은, Sc, Y, La 및 Gd 군에서 선택된 적어도 1 개의 희토류 원소, x는 $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.)의 화학식으로 표시되는, $LaO_2S:Eu^{3+}$ 산화물 적색계형광체(x=0.1)로 하고, 황색계형광체를 $(Sr_{1-a1-b1-x}Ba_{a1}Ca_{b1}Eu_x)_2SiO_4$ (단 a1, b1, x는 각각, $0 \leq a1 \leq 0.3$, $0 \leq b1 \leq 0.8$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.)의 화학식으로 표시되며, 사방정 결정구조를 갖는 $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 규산염 황색계형광체(a1=0.1, b1=0, x=0.02)로 한 반도체 발광소자를 제작한다.

반도체 발광소자의 구조는, 도 2에 나타내는 바와 같은, 마운트·리드에 배치한 칩에 근자외선LED를 도통 탑재시킴과 함께, 칩 내에 BGRY형광체 입자가 내재하는 에폭시수지로 형성한 형광체층을 형성한 구조의 반도체 발광소자로 한다. 또 근자외선LED는, 질화갈륨계 화합물 반도체로 구성된 발광층을 가지며, 파장 380nm 에 발광피크를 갖는 InGaN계 근자외선LED로 한다. 이 근자외선LED로부터의 파장 380nm인 근자외선 광 여기하에서의, 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체, 규산염 황색계형광체의 형광체 발광스펙트럼을 도 15의 (a), (d), (f), (g)에 나타낸다.

상기 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체, 규산염 황색계형광체의 혼합중량비율을 55:14:42:24, 에폭시수지와 이들 형광체(혼합형광체)의 중량비율을 20:80으로 하고, 형광체층의 실질 두께를 약 600 μ m으로 하여 반도체 발광소자를 구성한다.

비교를 위해, 형광체 중에 제 1 실시예와 동일한 청색계형광체와 녹색계형광체와 적색계형광체를 포함하고, 황색계형광체를 포함하지 않는 반도체 발광소자(제 1 비교예)를 제작한다. 이 제 1 비교예의 반도체 발광소자에 있어서는, 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체의 혼합중량비율을 29:26:52로 한다. 또, 에폭시수지와 혼합형광체의 중량비율, 형광체층의 실질 두께에 대해서는 제 1 실시예의 반도체 발광소자와 마찬가지로 한다.

상기 제 1 실시예 및 제 1 비교예의 반도체 발광소자 근자외선LED에 10mA를 통전시키고 근자외선LED를 동작시켜, 반도체 발광소자로부터 백색계 광을 얻는다. 이 백색계 광의 색온도, Duv, CIE색도도에서의 (x, y)값, Ra, 광속의 상대값을, 순간 멀티측광시스템(MCPD-7000:오츠카(大塚)전자주식회사제)을 이용하여 평가한다. 그 결과를 표 1에 나타낸다. 또 제 1 실시예와 제 1 비교예의 반도체 발광소자가 발하는 백색계 광의 발광스펙트럼을 도 8과 도 9에 나타낸다. 표 1에서 알 수 있는 바와 같이, 거의 동일한 색온도(7880~9500K), Duv(-15.6~-8.7), 색도(x=0.290~0.301, y=0.278~0.293)의 백색계 광 아래서는, 본 발명에 관한 제 1 실시예의 반도체 발광소자 쪽이 높은 광속(약 125%)과 높은 Ra(68)가 얻어진다.

[표 1]

	색온도 (K)	Duv	x	y	Ra	광속의 상대값
제 1 실시예	8540	-12.3	0.297	0.284	68	1803
제 1 비교예	9500	-11.3	0.290	0.278	31	1470

(제 2 실시예)

녹색계형광채를 ($M1_{1-x}Eu_x$)₂SiO₄ (단 M1은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 군에서 선택된 적어도 하나의 알칼리토금속 원소, x는 0<x<1을 만족시키는 수의 값이다.) 화학식으로 나타나는 (Ba, Sr)₂SiO₄:Eu²⁺ 규산염 녹색형광체(M1=0.4Ba+0.6Sr, x=0.02)로 하며, 청색형광체, 녹색형광체, 적색형광체, 규산염 황색형광체의 혼합중량비율을 92:3:3:48로 하는 것 외에는 제 1 실시예와 동일한 조건으로 반도체 발광소자(제 2 실시예)를 제작한다. 파장 380nm의 근 자외선 여기하에서의, 상기 (Ba, Sr)₂SiO₄:Eu²⁺ 규산염 녹색형광체의 발광스펙트럼을 도 15의 (e)에 나타낸다.

비교를 위해, 제 2 실시예와 동일 녹색계형광체로, 형광체층 중에 황색계형광체를 포함하지 않는 반도체 발광소자(제 2 비교예)도 제작한다. 제 2 비교예의 반도체 발광소자에서의 청색형광체, 녹색형광체, 적색형광체의 혼합중량비율은 50:29:64로 한다.

제 1 실시예와 마찬가지로, 상기 반도체 발광소자의 근자외선LED 동작에 의해 얻어지는 백색계 광의, 색온도, Duv, CIE색도도에서의 (x, y)값, Ra, 광속의 상대값을 평가한다. 결과를 표 2에 나타낸다. 또 제 2 실시예와 제 2 비교예의 반도체 발광소자가 발하는 백색계 광의 발광스펙트럼을 도 10과 도 11에 나타낸다. 표 2에서 알 수 있는 바와 같이, 거의 동일한 색온도(7880~9500K), Duv(-15.6~-8.7), 색도(x=0.290~0.301, y=0.278~0.293)의 백색계 광에서는, 본 발명에 관한 제 2 실시예의 반도체 발광소자 쪽이 높은 광속(약 113%)과 높은 Ra(86)가 얻어진다. 또 제 1 실시예의 반도체 발광소자와 비교해도, 높은 광속과 높은 Ra가 얻어진다.

[표 2]

	색온도 (K)	Duv	x	y	Ra	광속의 상대값
제 2 실시예	8360	-15.6	0.300	0.282	86	2040
제 2 비교예	8630	-8.7	0.294	0.288	66	1810

(제 3 실시예)

청색계형광채를 ($M2_{1-x}Eu_x$)($M3_{1-y}Mn_y$)Al₁₀O₁₇ (단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x, y1은 각각 0<x<1, 0≤y1<0.05를 만족시키는 수의 값이다.)의 화학식으로 나타나는 BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺ 알루미늄산염 청색형광체(x=0.1, y=0:제 2 알루미늄산염 청색형광체)로 하고, 녹색형광체, 적색형광체, 황색형광체의 혼합중량비율을 112:12:20:77로 하는 것 외에는 제 1 실시예와 마찬가지로 조건으로 반도체 발광소자(제 3 실시예)를 제작한다. 파장 380nm의 근자외선 광 여기하에서의, 상기 BaMgAl₁₀O₁₇:Eu²⁺ 알루미늄산염 청색형광체의 발광스펙트럼을 도 15의 (b)에 나타낸다.

제 1 및 제 2 실시예와 마찬가지로, 상기한 반도체 발광소자가 발하는 백색계 광의, 색온도, Duv, CIE색도도에서의 (x, y)값, Ra, 광속의 상대값을 평가한다. 결과를 표 3에 나타낸다. 또 제 3 실시예의 반도체 발광소자가 발하는 백색계 광의 발광스펙트럼을 도 12에 나타낸다. 표 3에서 알 수 있는 바와 같이, 거의 동일한 색온도, Duv, 색도의 백색계 광에서는, 본 발명에 관한 제 3 실시예의 반도체 발광소자는 제 1 실시예에 비해 높은 광속(약 123%)과 높은 Ra(92)가 얻어진다.

[표 3]

	색온도 (K)	Duv	x	y	Ra	광속의 상대값
제 3 실시예	7880	-9.7	0.301	0.293	92	2259

(제 4 실시예)

청색계형광채를 ($M1_{1-x}Eu_x$)₁₀(PO₄)₆Cl₂ (단, M1은 Ba, Sr, Ca, 및 Mg군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, x는 0<x<1을 만족시키는 수의 값이다.)의 화학식으로 나타나는 (Sr, Ba)₁₀(PO₄)₆Cl₂:Eu²⁺ 할로인산염 청색형광체(M1=0.75Sr+0.25Ba, x=0.01)로 하는 것 외에는 제 1 실시예와 마찬가지로 조건으로 반도체

발광소자(제 4 실시예)를 제작한다. 파장 380nm의 근자외선 광 여기하에서의, 상기 $(\text{Sr}, \text{Ba})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 할로인산염 청색형광체의 발광스펙트럼을 도 15의 (c)에 나타낸다.

제 4 실시예의 반도체 발광소자가 발하는 백색계 광의, 색온도, Duv, 색도, Ra, 광속의 상대값을 평가한다. 결과는 표 4에 나타내는 바와 같으며, 제 1 실시예의 반도체 발광소자와 거의 동일한 백색계 광이 얻어진다.

[표 4]

	색온도 (K)	Duv	x	y	Ra	광속의 상대값
제 4 실시예	8480	-12.2	0.297	0.284	66	1820

(제 5 실시예)

본 발명에 관한 반도체 발광소자의 발광특성을 컴퓨터를 이용하여 모의실험 평가한 결과에 대해 설명한다. 모의실험 평가용 수치데이터로서, 파장 380nm의 근자외선 광 여기하에서, 순간 멀티측광시스템(MCPD-7000:오츠카(大塚)전자주식회사제)을 이용하여 측정한다. 하기 (1)~(4)의 형광체 발광스펙트럼 데이터(측정파장 범위: 390~780nm, 파장단위: 5nm)를 이용한다.

- (1) $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 알루미늄산염 청색형광체(제 3 실시예 참조).
- (2) $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ 알루미늄산염 녹색형광체(제 1 실시예 참조).
- (3) $\text{LaO}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ 산황화물 적색형광체(제 1 실시예 참조).
- (4) 사방정 결정구조를 갖는 $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 규산염 황색형광체(제 1 실시예 참조).

백색계 광 중의, 상기 규산염 황색형광체가 발하는 황색계 광에 의한 조도비율을 파라미터로 하여, 색온도 8000K, Duv=0의 백색계 광이 얻어지도록, 상기 알루미늄산염 청색형광체, 알루미늄산염 녹색형광체, 산황화물 적색형광체, 규산염 황색형광체 각각의 형광체가 발하는 청색광, 녹색광, 적색광, 황색광의 발광스펙트럼 강도비를 컴퓨터로 최적화시켜, 백색계 광의 광속 상대값을 산출한다. 결과를 표 5에 나타낸다.

[표 5]

$(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 규산염 황색형광체에 의한 조도비율	백색계 광(색온도 8000K, Duv=0)의 광속 상대값
0%(황색형광체 없음)	100
10%	103
20%	107
30%	111
40%	115
50%	119
60%	124
70%	129
80%	134

표 5는 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ 알루미늄산염 청색형광체, $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ 알루미늄산염 녹색형광체, $\text{LaO}_2\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ 산황화물 적색형광체에, $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ 규산염 황색형광체를 첨가함으로써, 백색계 광의 고휘속화가 실현 가능함과, 어느 첨가비율까지는 규산염 황색형광체의 혼합비율을 증가시킴에 따라 광속이 향상됨을 나타내는 것이다. 또 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체를 혼합시켜 이루어지는 형광체층에 규산염

황색형광체를 더 추가시킴에 따라, 반도체 발광소자로부터 고광속을 얻은 제 1, 제 3, 제 4 실시예의 실험결과를 이론적으로 뒷받침하는 것이기도 하다.

도 13의 (a), (b)에 상기 모의실험을 실시한 백색계 광(색온도 8000K, $Duv=0$)의 발광스펙트럼 예를 나타낸다. 도 13의 (a)는 $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 규산염 황색형광체에 의한 조도비율이 50%인 경우, 도 13의 (b)는 상기의 조도비율이 0%인 경우를 나타낸다.

(제 6 실시예)

하기 (1)~(4)의 형광체에 대해 제 5 실시예와 마찬가지로 모의실험 평가를 실시한 결과를 표 6에 나타낸다.

(1) $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$ 알루미늄산염 청색형광체(제 3 실시예 참조).

(2) $(Ba, Sr)_2SiO_{17}:Eu^{2+}$ 규산염 녹색형광체(제 2 실시예 참조).

(3) $LaO_2S:Eu^{3+}$ 산황화물 적색형광체(제 1 실시예 참조).

(4) 사방정의 결정구조를 갖는 $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 규산염 황색형광체(제 1 실시예 참조).

제 5 실시예와 마찬가지로, 백색계 광 중의 규산염 황색형광체가 발하는 황색계 광에 의한 조도비율을 파라미터로 하여, 얻어지는 백색계 광의 광속 상대값을 산출한다. 여기서 표 6에 나타내는 백색계 광의 광속 상대값은, 제 5 실시예에서의 $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 규산염 황색형광체에 의한 조도비율이 0%인 경우를 100으로 했을 때의 상대값으로 나타낸다.

[표 6]

$(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 규산염 황색형광체에 의한 조도비율	백색계 광(색온도 8000K, $Duv=0$)의 광속 상대값
0%(황색형광체 없음)	120
10%	122
20%	124
30%	126
40%	129
50%	131
60%	134
70%	136

표 6은 제 5 실시예의 경우와 마찬가지로, $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu^{2+}$ 알루미늄산염 청색형광체, $(Ba, Sr)_2SiO_{17}:Eu^{2+}$ 규산염 녹색형광체, $LaO_2S:Eu^{3+}$ 산황화물 적색형광체에, $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 규산염 황색형광체를 첨가함으로써, 백색계 광의 고광속화가 실현 가능함과, 어느 첨가비율까지는 규산염 황색형광체의 혼합비율을 증가시킴에 따라 광속이 향상됨을 나타내는 것이다. 또 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체를 혼합시켜 이루어지는 형광체층에 규산염 황색형광체를 더 추가시킴에 따라, 반도체 발광소자로부터 고광속을 얻은 제 2 실시예의 실험결과를 이론적으로 뒷받침하는 것이기도 하다.

도 14의 (a), (b)에 상기 모의실험을 실시한 백색계 광(색온도 8000K, $Duv=0$)의 발광스펙트럼 예를 나타낸다. 도 14의 (a)는 $(Sr, Ba)_2SiO_4:Eu^{2+}$ 규산염 황색형광체에 의한 조도비율이 50%인 경우, 도 14의 (b)는 상기의 조도비율이 0%인 경우를 나타낸다.

이상과 같이 모의실험 평가에 의해서도, 본 발명에 관한 반도체 발광소자가 종래의 반도체 발광소자보다 고광속의 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자임을 실증할 수 있다.

산업상 이용 가능성

본 발명의 반도체 발광소자는, 근자외선LED와, 이 근자외선LED가 발하는 350~410nm 부근의 근자외선 광을 흡수하고, 380nm 이상 780nm 이하의 가시파장영역에 발광피크를 갖는 형광을 발하는 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜 이루어지는 반도체 발광소자에 있어서, 상기 형광체층을 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체 및 황색계형광체의 4 종류 형광체를 포함하는 형광체층으로 함으로써, 시감도가 낮은 적색계 발광에 의한 광속저하분을 시감도가 비교적 높은 황색계 발광으로 보충함과 동시에, 얻어지는 백색계 광이 색 균형 면에서 우수한 것으로 되며, 고휘속이며 고Ra의 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자를 얻을 수 있다. 특히 황색계형광체로서 규산염형광체를 이용함으로써, YAG계형광체를 이용한 종래의 반도체 발광소자를 월등히 능가하는 고효율의 반도체 발광소자가 된다.

또 본 발명의 반도체 발광소자는, 근자외선LED와, 청색계형광체, 녹색계형광체, 적색계형광체 및 황색계형광체의 4 종류 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜 이루어지는 구성으로 함으로써, 고휘속이며 고Ra의 백색계 광을 발하는 반도체 발광장치를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

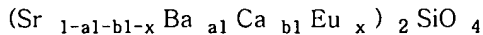
350nm를 초과하며 410nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 하는 근자외선 발광다이오드와, 상기 근자외선 발광다이오드가 발하는 근자외선 광을 흡수하고, 380nm 이상 780nm 이하의 가시파장영역에 발광피크를 갖는 형광을 발하는 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜, CIE색도도에서의 발광색도점(x, y)이 $0.21 \leq x \leq 0.48$, $0.19 \leq y \leq 0.45$ 의 범위에 있는 백색계 광을 발하는 반도체 발광소자이며,

상기 형광체층은, 400nm 이상 500nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 청색계의 형광을 발하는 청색계형광체와, 500nm 이상 550nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 녹색계의 형광을 발하는 녹색계형광체와, 600nm 이상 660nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 적색계의 형광을 발하는 적색계형광체와, 550nm 이상 600nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계의 형광을 발하는 황색계형광체를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 황색계형광체가, 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체인 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.



단 $a1, b1, x$ 는 각각, $0 \leq a1 \leq 0.3$, $0 \leq b1 \leq 0.8$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 규산염형광체가, 사방정의 결정구조를 가지며 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체인 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.



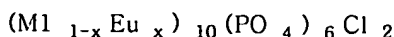
단 $a1, b2, x$ 는 각각, $0 \leq a1 \leq 0.3$, $0 \leq b2 \leq 0.6$, $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

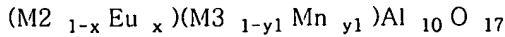
상기 청색계형광체가 하기의 (1) 또는 (2)의 청색계형광체이며, 녹색계형광체가 하기의 (3) 또는 (4)의 녹색계형광체이고, 적색계형광체가 하기의 (5)의 적색계형광체인 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

(1) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 할로인산염형광체.



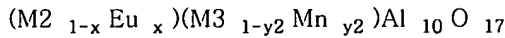
단, M1은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, x는 $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

(2) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 알루미늄염형광체.



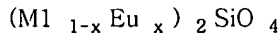
단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x, y1은 각각 $0 < x < 1$, $0 \leq y1 < 0.05$ 를 만족시키는 수의 값이다.

(3) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 알루미늄염형광체.



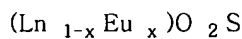
단, M2는 Ba, Sr 및 Ca 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, M3은 Mg 및 Zn 군에서 선택된 적어도 1 개의 원소, x, y2는 각각 $0 < x < 1$, $0.05 \leq y2 < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

(4) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 규산염형광체.



단, M1은 Ba, Sr, Ca 및 Mg 군에서 선택된 적어도 1 개의 알칼리토금속 원소, x는 $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

(5) 하기의 화학식으로 나타나는 화합물을 주체로 이루어지는 산황화물형광체.



단, Ln은, Sc, Y, La 및 Gd 군에서 선택된 적어도 1 개의 희토류 원소, x는 $0 < x < 1$ 을 만족시키는 수의 값이다.

청구항 5.

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 근자외선 발광다이오드가, 질화갈륨계 화합물반도체로 구성된 발광층을 갖는 근자외선 발광다이오드인 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

발광소자로부터 방출되는 백색계 광의 평균연색수(Ra)가 70 이상 100 미만인 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 7.

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항 기재의 반도체 발광소자를 이용하여 구성되는 것을 특징으로 하는 반도체 발광장치.

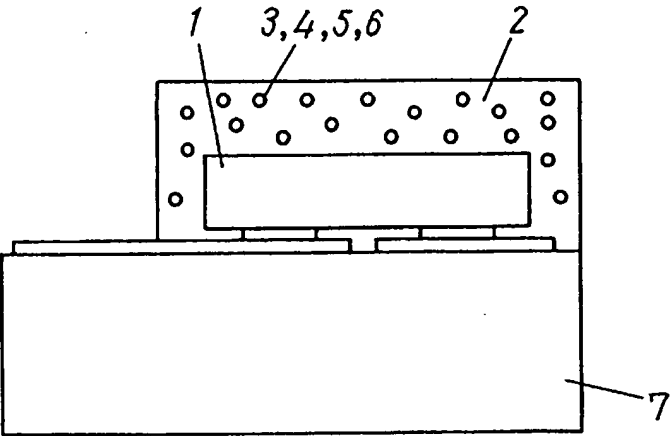
청구항 8.

350nm를 초과하며 410nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 발광을 하는 근자외선 발광다이오드와, 상기 근자외선 발광다이오드가 발하는 근자외선 광을 흡수하며, 380nm 이상 780nm 이하의 가시파장영역에 발광피크를 갖는 형광을 발하는 복수의 형광체를 포함하는 형광체층을 조합시켜, CIE색도도의 발광색도점(x, y)이 $0.21 \leq x \leq 0.48$, $0.19 \leq y \leq 0.45$ 의 범위에 있는 백색계 광을 발하는 반도체 발광장치이며,

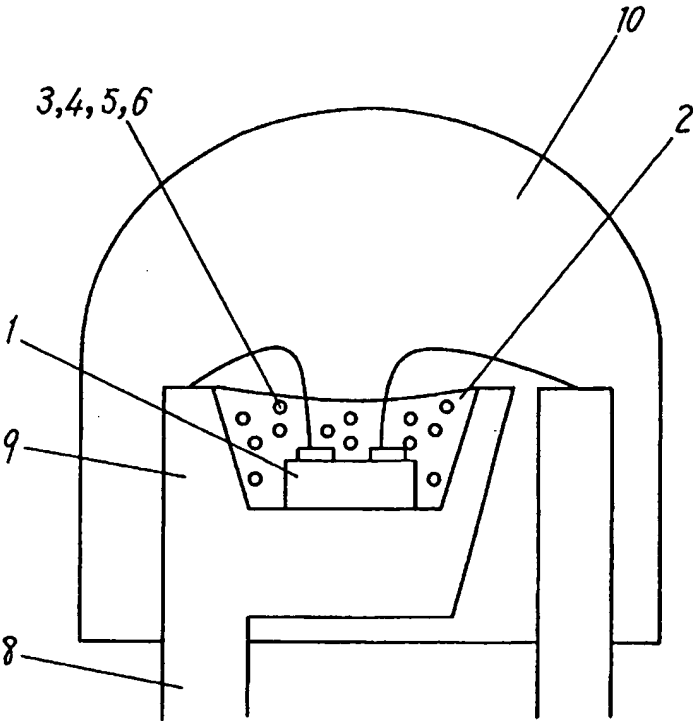
상기 형광체층이 400nm 이상 500nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 청색계 형광을 발하는 청색계형광체와, 500nm 이상 550nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 녹색계 형광을 발하는 녹색계형광체와, 600nm 이상 660nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 적색계 형광을 발하는 적색계형광체와, 550nm 이상 600nm 미만의 파장영역에 발광피크를 갖는 황색계 형광을 발하는 황색계형광체를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광장치.

도면

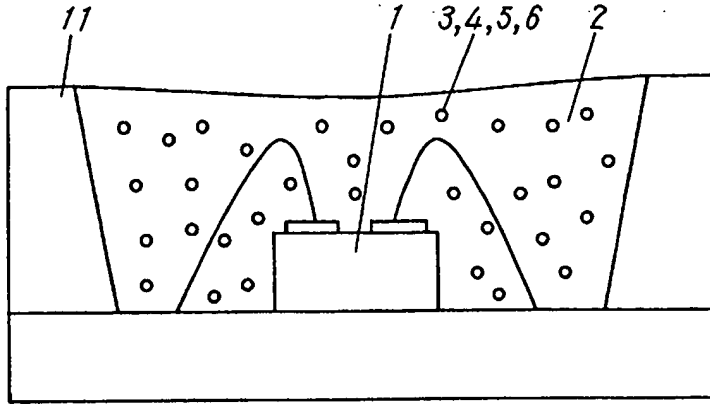
도면1



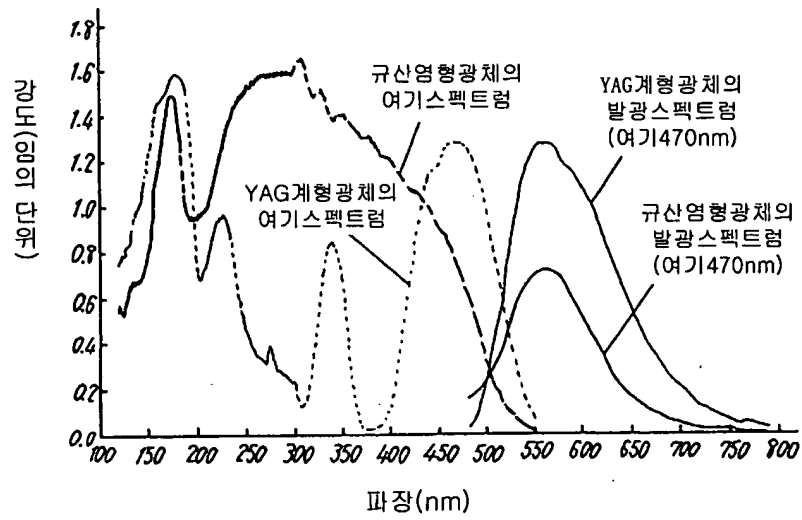
도면2



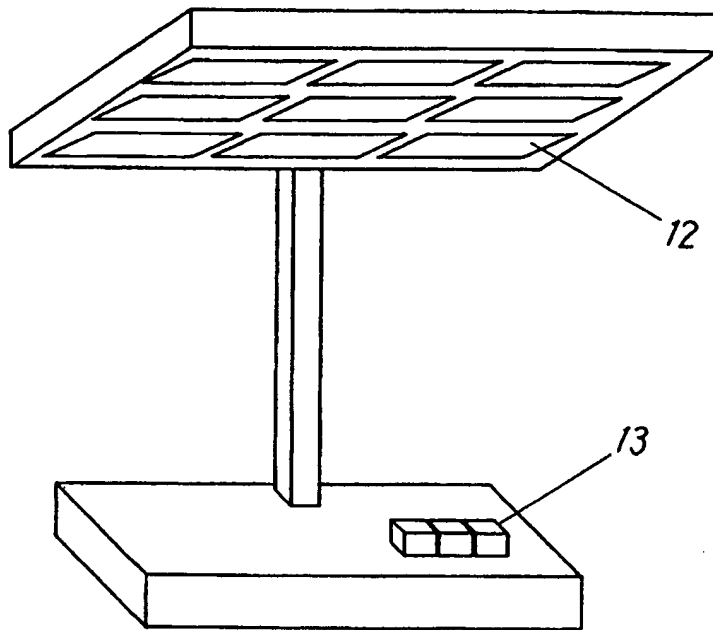
도면3



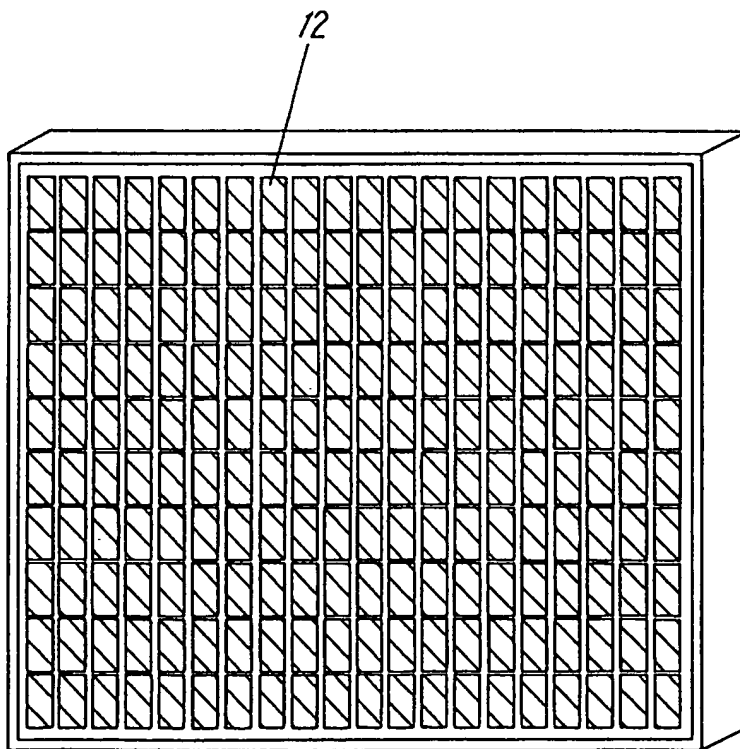
도면1



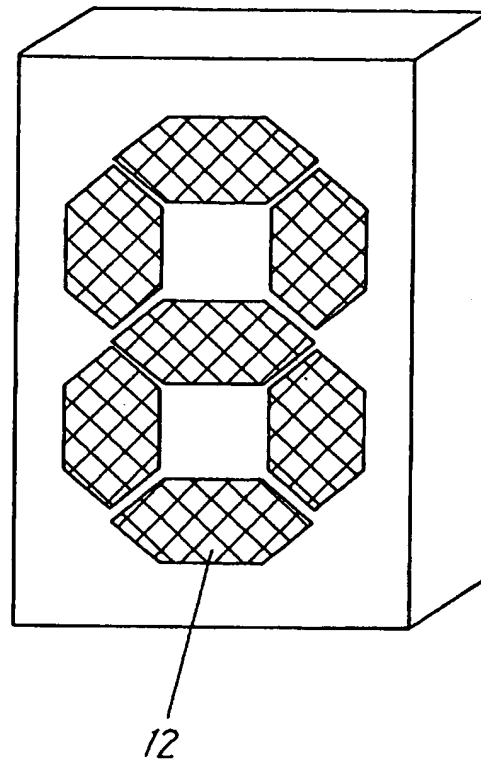
도면5



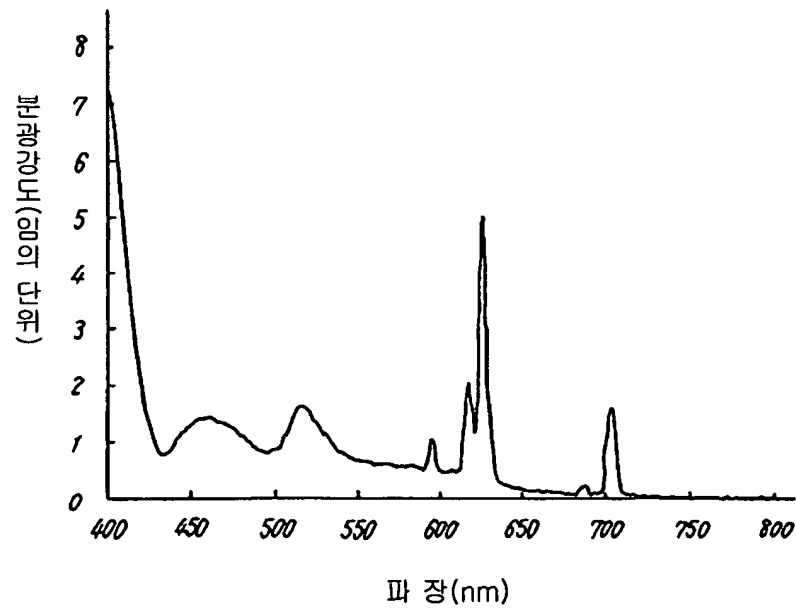
도면6



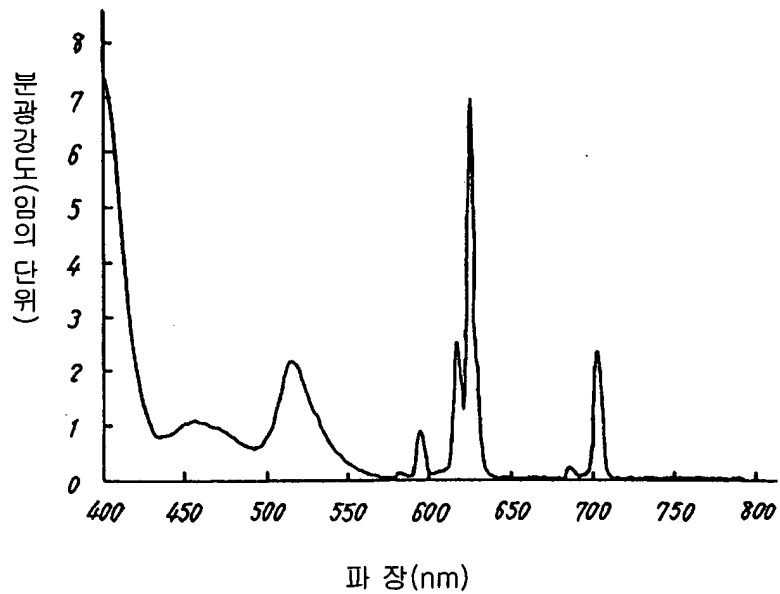
도면7



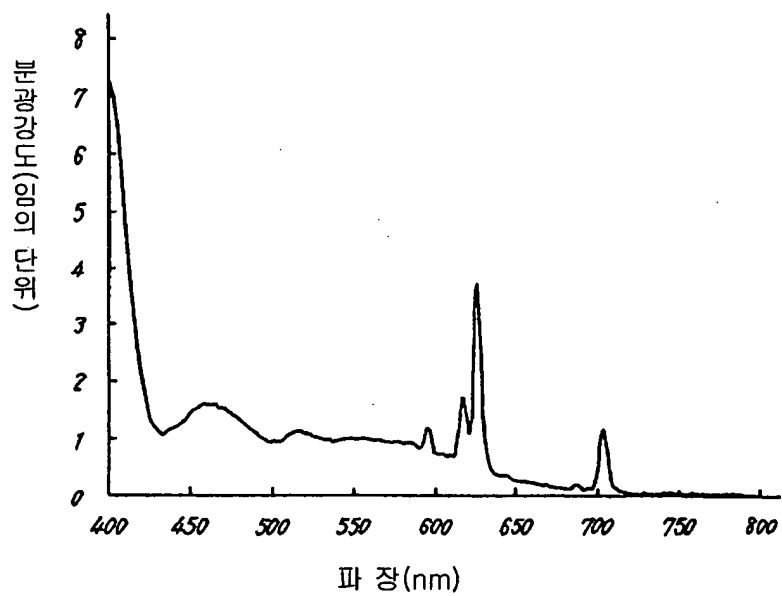
도면8



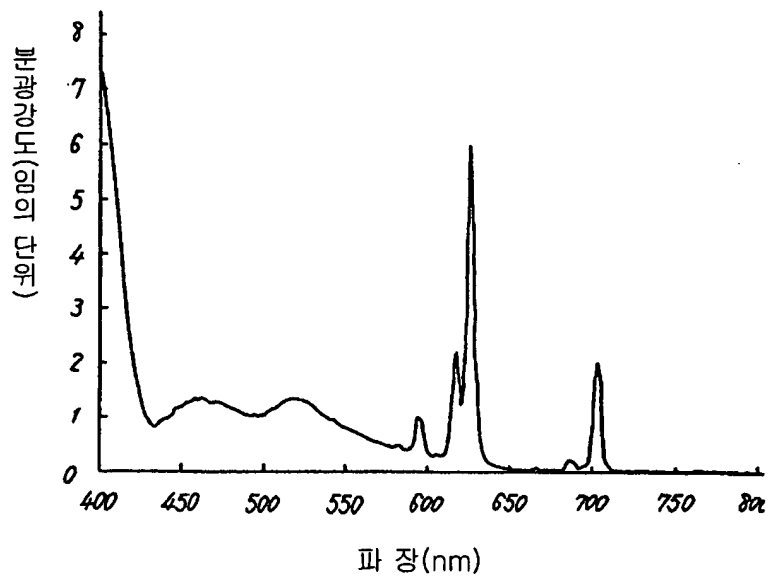
도면9



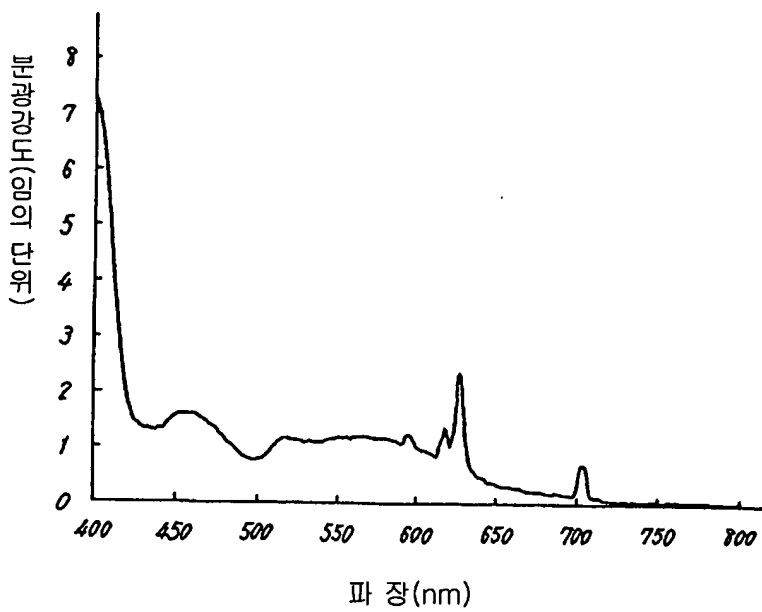
도면10



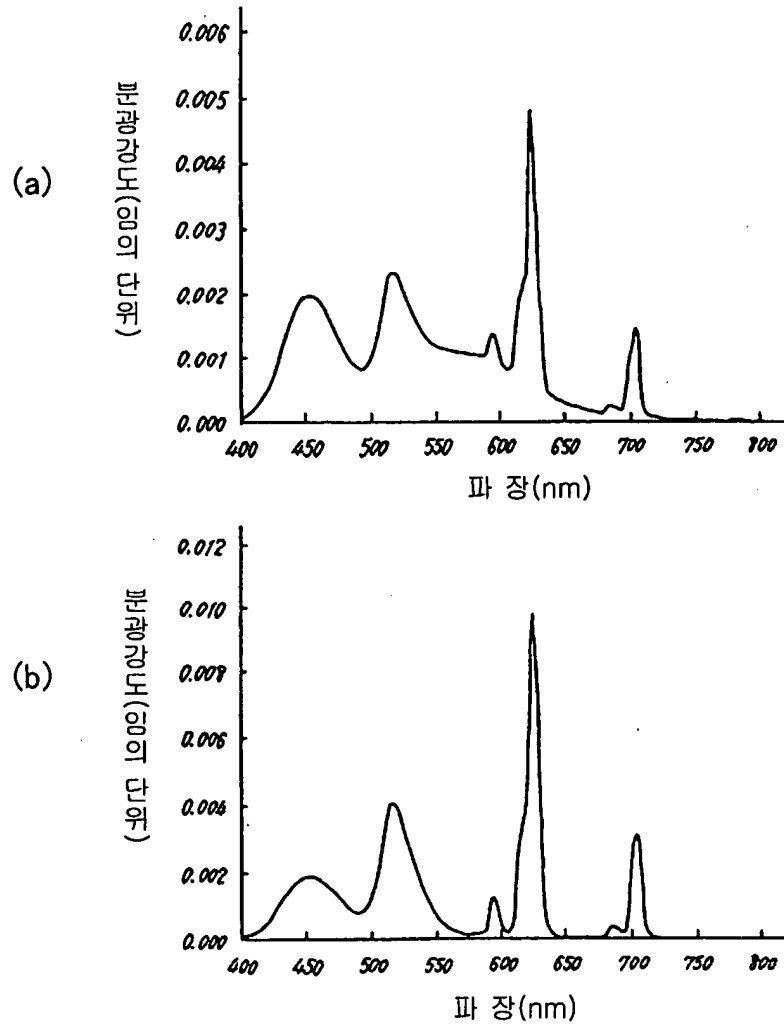
도면11



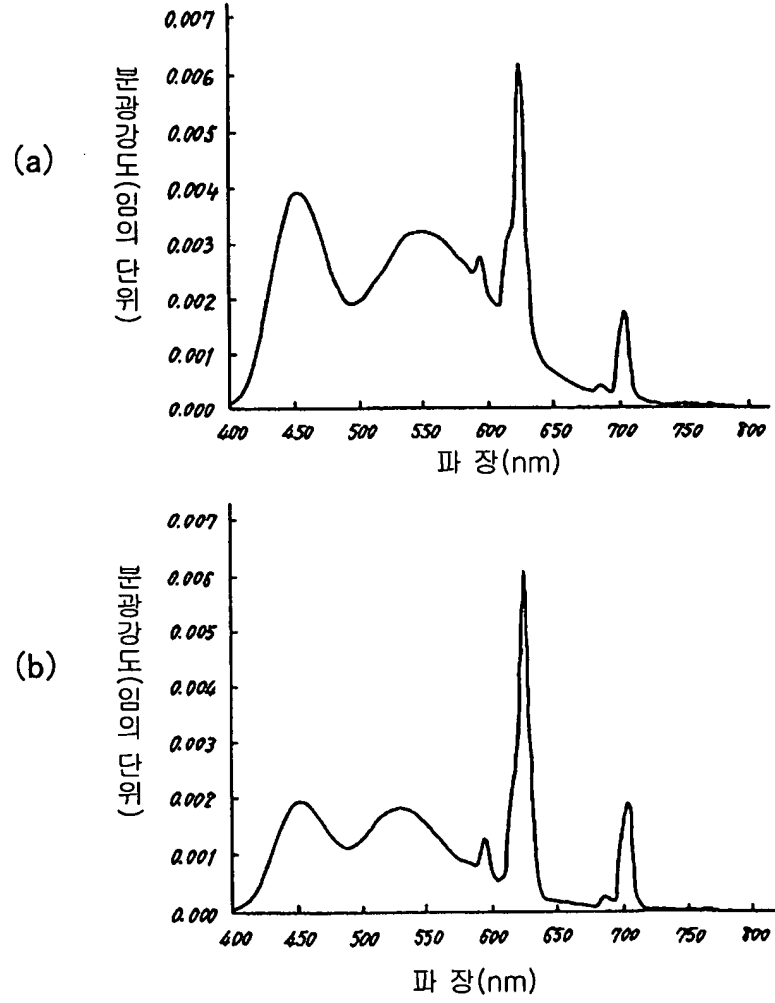
도면12



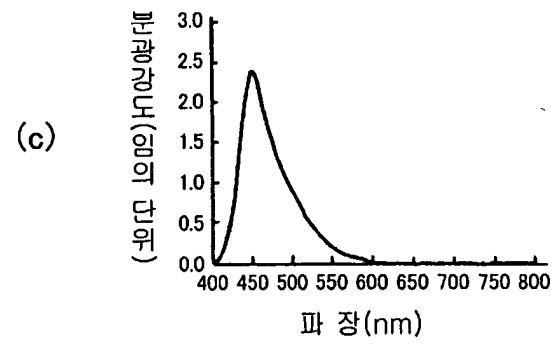
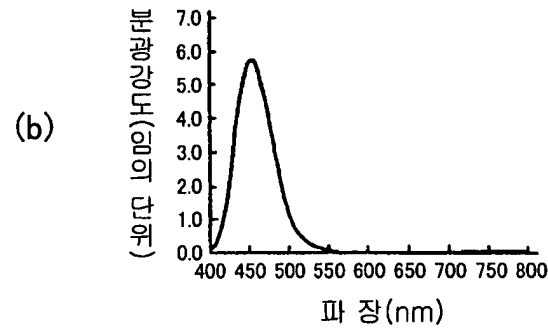
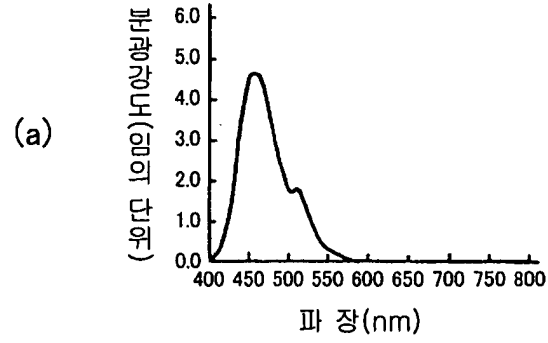
도면13



도면14



도면 15a~c



표면 15d~g

